AUS DER KLINIK FÜR MUND- UND ZAHNKRANKHEITEN
DER UNIVERSITÄT ROSTOCK
DIREKTOR: PROFESSOR DR. MED. ET PHIL. ET MED. DENT. h. c. *MORAL*

VERSUCHE MIT ARSENERSATZKÖRPERN

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER ZAHNÄRZTLICHEN DOKTORWÜRDE
EINER HOHEN MEDIZINISCHEN
FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT
ROSTOCK

VORGELEGT VON

JOACHIM PULS
AUS WISMAR

ROSTOCK
CARL HINSTORFFS HOFBUCHDRUCKEREI
1931

REFERENT:
PROFESSOR DR. MED. ET PHIL. ET MED. DENT. h. c. *MORAL*

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen Eltern!

Als Spooner vor ungefähr 100 Jahren die arsenige Säure als Pulpendevitalisationsmittel in die Zahnheilkunde einführte, hatte er hiermit den Grundstein für die allgemeine Durchführung einer exakten Wurzelbehandlung gelegt. Bis dahin waren die pulpitischen Zähne, falls diese nicht gleich der Zange zum Opfer fielen, durch glühende Nadeln ausgebrannt oder mit Säuren geätzt oder auf andere mehr oder weniger rohe Art devitalisiert worden. Daß solche Methoden für den Patienten äußerst unangenehm und schmerzhaft waren, ist wohl klar, und der Erfolg ließ wohl auch in vielen Fällen sehr zu wünschen übrig. Mit der allgemeinen Einführung des Arseniks durch Spooner ist also, was schonende Behandlung und Sicherheit des Erfolges anbetrifft, ein bedeutender Schritt vorwärts gemacht worden. Da sich bei der Verwendung von Arsenik aber Mängel zeigten wegen seiner großen Giftigkeit, periodontischen Reizungen, ungenaue Dosierbarkeit usw., war man bald auf der Suche nach Ersatzmitteln, deren Verwendung weniger gefährlicher waren. Es sind hier nun eine Unmenge von Präparaten versucht und empfohlen worden, auf die alle einzugehen hier zu weit führen würde. Einige von ihnen sind wohl als brauchbar anzusprechen, doch haben sie gewöhnlich auch alle irgendeinen Nachteil, daß sie entweder zu lange einwirken müssen oder zu unsicher wirken oder schädigende Nebenwirkungen hervorrufen, oder ähnliches, so daß der Arsenik bisher wohl noch immer das am meisten verwendete Pulpendevitationsmittel geblieben ist. Trotz der großen und langjährigen Erfahrung, die man mit diesem Mittel gemacht hat, ist es bisher nicht gelungen, eine wissenschaftlich einwandfreie Erklärung über seine Wirkungsweise zu geben. Es wurden hierüber von vielen namhaften Autoren eingehende Versuche gemacht, die z. T. aber sehr verschiedene Ergebnisse hatten, und die aufgestellten Theorien sind deshalb auch sehr verschiedenartig. Ursprünglich sah man den Arsenik als reines Ätzmittel an, doch wurde fest-

gestellt, daß er kein typisches Ätzgift ist, weil er mit Eiweißstoffen keine Verbindung eingeht. Witzel sagt dagegen, daß Arsen zwar kein oberflächliches Ätzmittel ist, das sich mit Eiweiß verbindet, sondern es gehört vielmehr zu den tiefätzenden Mitteln, die keine Verbindung mit dem Eiweiß eingehen, die tief in das Gewebe eindringen, deren Ätzwirkung aber allmählich abgeschwächt wird, infolge ihrer Verdünnung und Auslaugung durch die Körpersäfte. Schröder hat auch eine Ätzwirkung festgestellt, doch sagt er, daß diese für das Zustandekommen der Nekrose der Pulpa ohne Belang ist, da sie nur oberflächlich ist. Das schnelle Zugrundegehen der Pulpa sei vielmehr auf die direkte Giftwirkung des Arsens und die hierdurch verursachten Zirkulations- und Ernährungsstörungen zurückzuführen. Auffallend ist die von fast allen Autoren beobachtete besondere Wirkung auf die Gefäße und Nerven. Flury bezeichnet die Wirkung der Arsenverbindungen als typische Kapillargiftwirkung, die außerdem ausgeprägte Protoplasmagiftwirkung zeigt. Nach Euler wirkt der Arsenik oxydationshemmend, wodurch bei geringen Dosen eine Begünstigung des Stoffwechsels herbeigeführt wird. Bei größeren Dosen aber ein erhöhter Zerfall eintritt. Die Wirkung äußert sich vor allem am Gefäßsystem in Hyperaemie, Stauung und Transsudation. Teils infolge dieser Vorgänge, teils infolge spezieller toxischer Einflüsse auf das Nervensystem erlischt die Funktion der Pulpanerven. Die gesamte Wirkung des Mittels erstreckt sich in der Regel so weit, als die Stauung geschaffen wird, d. h. bis zum Foramen apicale. Die Reizerscheinungen des Periodontiums bei arsenbehandelten Zähnen werden einerseits auf die Wirkung des Arsens selbst zurückgeführt, andererseits werden sie als durch Zerfallsprodukte der Pulpa hervorgerufen erklärt.

Welcher Art nun diese chemischen Vorgänge bei der Einwirkung des Arseniks sind, darüber herrschen auch noch sehr verschiedene Ansichten. Daß der Arsenik nicht die alleinwirkende Substanz ist, sondern daß er im Organismus irgendwelche chemischen Vorgänge hervorruft, wird fast allgemein angenommen. Euler sagt, daß für die Ausdehnung der Wirkung des Arseniks eine gewisse chemische Affinität zu einzelnen Zell- bzw. Übergangsstoffen, namentlich des Nervengewebes in Betracht kommt. Dabei entsteht vermutlich

eine neue wirksame Arsenverbindung, was man auch nach dem histologischen Bild annehmen muß. Das Zustandekommen dieser neuen Arsenverbindung scheint aber von ganz bestimmten Bedingungen abzuhängen, sonst müßten die histologischen Veränderungen gleichmäßig an allen Pulpanerven zu finden sein. Nach der Anschauung von Römer soll das lebende Protoplasma die Fähigkeit besitzen, niedrige Oxydationsstufen eines Elementes in höhere umzuwandeln und umgekehrt. Bei der Einwirkung des Arseniks auf das Gewebe wird also wahrscheinlich die arsenige Säure in Arsensäure umgewandelt und die gebildete Arsensäure wieder in arsenige Säure zurückverwandelt. Man kann nach Keeser zwar eine Reduktion der Arsensäure zur arsenigen Säure zeigen, ob aber auch eine Oxydation der arsenigen Säure zu Arsensäure stattfindet, ist nicht erwiesen. Nach einer anderen Auffassung beruht die nekrotisierende Wirkung des Arseniks darauf, daß er das Gewebe an der Verwertung des Sauerstoffs verhindert, indem er selbst für seine eigene Oxydation noch Sauerstoff nötig hat. Durch diese Entziehung des Sauerstoffs kann in den Zellen keine reguläre Verbrennung mehr stattfinden, und es tritt ihr Zerfall ein. Sehr eingehend hat sich mit der Frage der chemischen Wirkung der Arsenverbindungen besonders Labes beschäftigt. Er ist auf Grund seiner Versuche zu dem Ergebnis gekommen, daß für die Giftwirkung der Arsenverbindungen das Element selbst in Betracht kommt, und zwar in kolloidaler Form. Zu diesem Resultat ist Labes folgendermaßen gekommen. Er sagt, beim Vergleich der pharmakologischen Wirkung des Arsenwasserstoffes und des Arseniks fallen verschiedene gemeinsame Züge auf. Es zeigen nämlich beide lange Latenzzeit, selbst bei höchsten Vergiftungsgraden, und zweitens fehlen beiden ausgeprägtere physikalische oder kolloid-chemische Merkmale, die ihre biologische Wirkung verständlich machen könnten. Auch auf hydrolytische Fermentprozesse haben sie keinen besonderen Einfluß. Dies legt die Vermutung nahe, die Wirkung beider in andersartigen chemischen Prozessen zu suchen. Auffallend ist nun, daß AsH_3 mit seiner großen Affinität zum Sauerstoff vorzugsweise die sauerstoffreichsten Gewebe, nämlich die roten Blutkörperchen der Sauger angreift, während es auf andere Gewebe, die selbst stark Sauerstoff für sich gebrauchen,

kaum eine Wirkung ausübt. Ganz entgegengesetzt verhält sich As_2O_3. Er wirkt gerade auf Gewebe, die eine starke Sauerstoffzehrung haben, während die roten Blutkörperchen gar nicht angegriffen werden. Dies legt die Vermutung nahe, daß es nicht AsH_3 und As_2O_3 sind, welche die Giftwirkung hervorrufen, sondern Oxydations- bzw. Reduktionsprodukte. Bei der hämolytischen Wirkung des Arsenwasserstoffes kommt aber nur elementares Arsen in Frage, da das nächste Oxydationsprodukt, nämlich die arsenige Säure keine Hämolyse hervorruft. Durch Versuche zeigt Labes, daß der Arsenwasserstoff erst dann die roten Blutkörperchen zu zerstören vermag, wenn Sauerstoff zugegen ist, denn nach Entfernung oder Bindung desselben im Hämoglobin tritt keine Hämolyse mehr ein, resp. wird diese verzögert. Das zeigt zunächst, daß erst bei der Oxydation des Arsen-Wasserstoffs das eigentliche hämolytische Agens entsteht. Unter diesen Oxydationsstufen sind aber die Arsensauerstoffverbindungen hämolytisch unwirksam, es kann also nur noch die niederste Oxydationsstufe, nämlich das Element selbst, als Hämolytikum in Betracht kommen. Tatsächlich ist es auch gelungen, mit einer schutzkolloidfrei hergestellten kolloidalen Arsenlösung Hämolyse hervorzurufen. Etwas schwieriger sind nun die chemischen Vorgänge im Gewebe bei der Einwirkung des Arseniks nachzuweisen, da die Wirkung hier sowohl auf kolloides Arsen wie auf kolloides Arsensulfid zurückgeführt werden kann. Diese Sulfidbildung könnte nämlich durch das im Gewebe befindliche Cystein, einer s-haltigen Aminosäure, erklärt werden. Da aber Versuche mit Kaliumtellurit ergaben, daß dieses im lebenden Gewebe zu elementarem Tellur reduziert wurde, also keine Sulfidbildung eintrat, so kann man wohl auch eine Sulfidbildung bei der Wirkung des Arseniks ausschalten. Neben Labes vertritt auch Marfari diese Kolloidtheorie, indem er die Wirkung der Arsenpräparate von ihrem Dissoziationsgrad abhängig macht. Lehmann suchte nun diese Theorie durch geeignete Versuche zu stützen. Er versuchte die Wirkung von als Pulpendevitalisationsmittel bekannten Arsenpräparaten durch Begünstigung ihrer Spaltung zu beschleunigen, bzw. von als unwirksam bekannten Körpern eben dadurch zu ermöglichen. Letzteres ist ihm zwar nicht gelungen, doch war es ihm möglich, eine Beschleunigung der Wir-

kung von als Devitalisationsmittel bekannten Arsenpräparaten durch die Begünstigung ihrer Spaltung zu erzeugen. Lehmann benutzte zu diesen Versuchen den weißen Arsenik und das Jodarsen, denen er als spaltendes Agens das Hydrochinon hinzufügte. Tatsächlich konnte er durch die vom Hydrochinon hervorgerufene Begünstigung der Reduktion beim Arsenik bzw. der Spaltung beim Jodarsen eine deutliche Beschleunigung der devitalisierenden Wirkung feststellen. Diese Erfolge mit dem Arsenik und dem Jodarsen sind, wie Lehmann selbst sagt, zwar kein Beweis für eine neue Theorie der chemischen Vorgänge, die zur Nekrotisierung der Pulpa führen, aber sie rücken doch die Möglichkeit, daß es sich um das Ausfallen kolloiden Arsens in den Zellen handelt, nahe.

Fußend auf der Arbeit von Lehmann, versuchte ich nun ähnliche Resultate zu erzielen, von dem Gedanken ausgehend, daß, wenn die Wirkungsweise der Arsenpräparate auf ihrer Abspaltung kolloiden Arsens beruht, auch eine ähnliche Wirkung eintreten müßte, wenn man die Spaltung von Verbindungen solcher Elemente begünstigt, welche dem Arsen verwandt sind. Ich benutzte zu meinen Versuchen die selenige Säure, das Antimontrioxyd und das Wismuthydroxyd, deren Elemente dem Arsen pharmakologisch und chemisch nahestehen. Da den beiden ersteren mit dem Arsen der gesteigerte Protoplasmazerfall durch Hemmung der Sauerstoffaufnahme gemeinsam ist, stellte schon Euler mit ihnen Versuche an, wobei er feststellte, daß das Antimontrioxyd als Pulpendevitalisationsmittel unwirksam ist, was er auf die Unlöslichkeit dieses Mittels zurückführt. Mit der selenigen Säure erzielte Euler bessere Ergebnisse. Bei freiliegender Pulpa konnte gegenüber dem Arsenik hinsichtlich der Fähigkeit zur Nekrosebildung eher noch eine gesteigerte Wirkung festgestellt werden, indem nach 24 stündiger Einlage der Gewebstod meist schon weiter gegen die Wurzelspitze zu fortgeschritten war, wie bei der Arsenikpaste gleicher Zusammensetzung. Die periodontitischen Reizungen scheinen seltener zu sein. Im Gegensatz zum Arsenik mußte aber für die selenige Säure eine weit weniger prompte Wirkung durch Dentinschichten festgestellt werden, und ebenfalls ist auch die Schmerzhaftigkeit bei gleicher Zusammensetzung der Paste entschieden gesteigert. Es sind auch noch andere Antimon-,

Selen- und Wismutpräparate zur Devitalisation der Pulpa versucht worden, doch haben sie sich alle als unwirksam erwiesen.

1. Versuche mit seleniger Säure.

Bei meinen Versuchen verwandte ich zunächst die selenige Säure von Schering-Kahlbaum. Nach Meyer-Gottlieb hat die selenige Säure dieselben Stoffwechselwirkungen wie Arsenik, nämlich gesteigerten Protoplasmazerfall durch Hemmung der Sauerstoffaufnahme und Oxydation. Labes sagt über die Giftwirkung der selenigen Säure, daß diese wahrscheinlich auf der Abspaltung elementaren Selens beruht. Dieses schlägt sich an den Reduktionsorten der Zellen nieder, und durch deren Blockierung werden dann die Atmungsvorgänge der Gewebe gestört. Da die selenige Säure gut wasserlöslich ist, stellte ich mir eine möglichst starke Lösung her, in die ich bei der Applikation ein Wattebäuschchen tauchte, welches ich zusammen mit einigen Kristallen der selenigen Säure auf die nach Möglichkeit freigelegte Pulpa brachte. Als spaltendes Agens verwandte ich das Hydrochinon, welches ich auch bei den Versuchen mit Antimontrioxyd und Wismuthydroxyd gebrauchte. Hydrochinon ist ein Reduktionsmittel, und es müßte, wenn tatsächlich die nekrotisierende Wirkung der selenigen Säure auf die Pulpa durch Abspaltung elementaren Selens hervorgerufen wird, durch Hinzufügen dieses Reduktionsmittels eine Beschleunigung der Reduktion der selenigen Säure zu elementarem Selen erfolgen, mithin eine schnellere nekrotisierende Wirkung derselben eintreten. Um dieses nun festzustellen, mußte ich mir erst einmal die mittlere Wirkungszeit der selenigen Säure allein suchen, um einen Vergleich zu haben. In 15 Fällen applizierte ich die reine selenige Säure, denn auf das Hinzufügen eines Anaesthetikums verzichtete ich, um etwaige Nebenwirkungen zu verhindern. Von diesen 15 Einlagen hatten, wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist, 7 nicht den gewünschten Erfolg. Denn die Pulpa war selbst nach längerem Liegenlassen der Einlage bei Berührung empfindlich und konnte deshalb nicht exstirpiert werden. Die Wirkung des daraufhin gelegten As_2O_3 war aber auch nicht so prompt wie gewöhnlich, was

wohl auf einer oberflächlichen Verätzung der Pulpa durch die selenige Säure zurückzuführen ist. In den Fällen, wo eine Devitalisation der Pulpa erreicht wurde, war diese Wirkung durchschnittlich nach einer Zeit von 24 Stunden eingetreten. In einigen Fällen konnte die Wirkung erst nach längerer Zeit untersucht werden, woran aber ein Zeitmangel der betreffenden Patienten schuldig ist. Sehr unangenehm in der Wirkung war, daß verschiedentlich bald nach der Applikation äußerst heftige Schmerzen auftraten, die ungefähr 2—5 Stunden anhielten. In zwei Fällen kamen die Patienten nach einigen Stunden wieder in die Klinik mit starken Schmerzen im ganzen Trigeminusgebiet und starker Rötung der betreffenden Gesichtshälfte, welche sich heiß anfühlte. Die Wirkung durch das Dentin hindurch war sehr mangelhaft. Es konnte zwar in einigen Fällen, wo noch eine dünne Dentinschicht über der Pulpa vorhanden war, das Kavum schmerzlos eröffnet werden, doch war eine große Einwirkung auf die Pulpa nicht festzustellen. Überhaupt ließ die Tiefenwirkung der selenigen Säure sehr zu wünschen übrig, was ja auch die unwirksam gebliebenen Fälle zeigen, wo nur eine oberflächliche Verätzung eingetreten war. Periodontische Reizungen habe ich in keinem Falle beobachtet. Nachdem ich nun die durchschnittliche Wirkungszeit der selenigen Säure allein festgestellt hatte, konnte ich zu den Versuchen über die Beeinflussung des Hydrochinons auf diese Wirkung übergehen. Der Vorversuche über die Einwirkung des Hydrochinons auf die Pulpa war ich enthoben, da Lehmann dieses schon untersucht hatte. Obgleich es von allen Autoren als giftig und ätzend bezeichnet wird, konnte eine nekrotisierende Wirkung auf die Pulpa nicht festgestellt werden. Zunächst ließ ich das Hydrochinon gleichzeitig mit der selenigen Säure auf die Pulpa einwirken. Von 8 gemachten Einlagen konnte in 5 Fällen die Pulpa nachher schmerzlos oder unter leichten Schmerzen exstirpiert werden. Von diesen 5 Fällen mußte die Einlage zweimal länger als 24 Stunden wirken, bis die gewünschte Wirkung eintrat. Dann ging ich dazu über, die selenige Säure erst einige Stunden wirken zu lassen, damit sie genügend in die Pulpa diffundieren konnte, und applizierte erst dann das Reduktionsmittel, wovon ich mir eine bessere Wirkung versprach. Ich ließ die selenige Säure durchschnittlich 4—6 Stunden ein-

wirken, und legte dann das Hydrochinon hinterher. In dieser Art machte ich 15 Einlagen, von denen nur 2 unwirksam geblieben waren. In drei Fällen genügte die Wirkung der selenigen Säure schon allein, um die Pulpa nach ungefähr 6 Stunden Wirkungszeit schmerzlos exstirpieren zu können. Wie auch ein Vergleich der Tabelle 1 und 3 zeigt, trat die Nekrose durchschnittlich bedeutend schneller ein, und nur in einem Fall mußte die Einlage länger als einen Tag liegen bleiben. Vor allem konnte aber auch eine promptere Wirkung beobachtet werden. Das Ergebnis dieser Versuche zeigt also, daß eine schnellere devitalisierende Wirkung der selenigen Säure eintritt, wenn man ihre Spaltung begünstigt.

2. Versuche mit Antimontrioxyd.

Als nächstes Mittel benutzte ich zu meinen Versuchen das Antimontrioxyd von Schering-Kahlbaum. Nach Starkenstein gleicht die resorptive Wirkung der Antimonpräparate weitgehend der Arsenvergiftung und ist auch hier wie dort durch Kapillarlähmung bedingt. Meyer-Gottlieb sagt, daß aber nur diejenigen Verbindungen wirksam sind, aus denen im Organismus Antimon in Ionenform entsteht. Die Wirkung von Antimonpräparaten auf den tierischen Organismus sind der Art nach die gleichen wie beim Arsenik. In Wasser ist das Antimontrioxyd unlöslich. Es läßt sich aber reduzieren und wird durch Wasserstoff in Metall übergeführt. Durch Applikation auf die freigelegte Pulpa hoffte ich, daß durch die Pulpensäfte eine Resorption des Antimontrioxyds eintreten würde. Bei meinen Versuchen mußte ich jedoch feststellen, daß es der Pulpa gegenüber völlig reaktionslos blieb, wie auch Tabelle 4 zeigt. Auch eine folgende Hydrochinoneinlage konnte keine Änderung bewirken. Nur in einem Falle, wo das Antimontrioxyd 8 Tage gelegen hatte, und ich darauf das Hydrochinon noch 5 Tage wirken ließ, konnte die Pulpa unter geringen Schmerzen exstirpiert werden. Ob nun diese Nekrose durch das Antimon bewirkt wurde, oder ob sie die Folge einer leichten Ätzwirkung des Hydrochinons ist, kann man wohl schwer mit Bestimmtheit

sagen, denn einerseits zeigen meine Versuche, daß das Antimontrioxyd auf die Pulpa unwirksam ist, andererseits hat aber auch Lehmann keine Wirkung des Hydrochinons auf die Pulpa feststellen können. Er hat dieses allerdings nicht länger als 50 Stunden wirken lassen.

3. Versuche mit Wismuthydroxyd.

Als letztes Mittel nahm ich zu meinen Versuchen das Wismuthydroxyd, welches bisher noch nicht zur Devitalisation der Pulpa versucht wurde. Ich benutzte das Wismutoxyd (Hydrat) von Riedel-de-Haën. Über die Resorption der basischen Wismutsalze sagt Starkenstein, daß sie sowohl vom Magen und Darm als auch von der Schleimhaut oder granulierenden Wundflächen aus ganz unbedeutend ist. dagegen erfolgt im frischen Wundsekret Lösung und dann Resorption in solchem Maße, daß dadurch Vergiftungen hervorgerufen werden können. Die toxikologische Wirkung der Wismutsalze gleicht nach Marfari der Arsenvergiftung. In Wasser ist das Wismuthydroxyd unlöslich, doch ist es in alkalischer Suspension in Glyzerin wahrscheinlich unter Komplexbildung löslich. Aus dieser Lösung wird durch reduzierende Stoffe das Metall abgeschieden. Ich stellte mir eine solche Lösung her, doch schied sich nach längerem Stehen das Wismuthydroxyd immer wieder ab. Im Reagenzglas bekam ich aus dieser Lösung durch Hinzufügen von Hydrochinon einen grauen metallischen Niederschlag. Wenn nun eine Resorption dieser Lösung seitens der Pulpa stattfindet, so hoffte ich, daß eine devitalisierende Wirkung möglich sei, welche ich dann noch durch Reduktion mit dem Hydrochinon zu beschleunigen gedachte. Doch leider war auch hier der Erfolg negativ. Ich brachte eine mit der vorher beschriebenen Wismuthydroxydlösung getränktes Wattebäuschchen zusammen mit etwas Wismuthydroxyd auf die freigelegte Pulpa und ließ diese Einlage einige Tage wirken. Später fügte ich darauf noch Hydrochinon hinzu, doch war in keinem Falle auch nur die geringste Wirkung auf die Pulpa zu erkennen.

Wenn ich noch einmal kurz das Ergebnis meiner Versuche zusammenfasse, so kann ich sagen, daß ich bei der devitalisierenden Wirkung der selenigen Säure auf die Pulpa eine Beschleunigung derselben und auch überhaupt eine promptere Wirkung feststellen konnte, wenn ich ihre Spaltung begünstigte. Daß bei dieser Spaltung der selenigen Säure nun elementares Selen entsteht, ist zwar nicht bewiesen. Jedenfalls muß es aber ein Reduktionsprodukt der selenigen Säure sein, und wenn man die nahe Verwandtschaft zum Arsenik und die ähnlichen Ergebnisse Lehmanns bei seinen Versuchen mit dem Arsenik in Betracht zieht, so kann man wohl annehmen, daß es sich hier um Abspaltung elementaren Selens handelt. In welcher Form dieses nun wirksam ist, ob es nämlich kolloides oder metallisches Selen ist, ist allerdings noch fraglich. Das Antimontrioxyd und das Wismuthydroxyd waren in ihrer Wirkung auf die Pulpa völlig reaktionslos, selbst durch Begünstigung ihrer Spaltung. Diese Wirkungslosigkeit des Wismuthydroxyds und auch des Antimontrioxyds ist wohl hauptsächlich auf die wegen ihrer Unlöslichkeit nicht erfolgte Diffusion in die Pulpa zurückzuführen, denn nach Meyer-Gottlieb ist ja auch die Löslichkeit die erste Vorbedingung jeder Wirkung.

Am Schlusse meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Moral für die Überlassung und die Anleitungen zur Behandlung dieses Themas meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Tabelle I.

Nr.	Patient	Art der Einlage	Dauer d. Einl.	Wirkung
1	M.	$\overline{\lvert 5}$ Selenige Säure	24 Std.	Pulpa bei Berührung schmerzhaft
			48 „	„ unter leichten Schmerz. exstirp.
2	H.	$\underline{6\rvert}$ „ „	24 „	„ bei Berührung schmerzhaft
			72 „	„ noch empfindlich
3	H.	$\overline{\lvert 5}$ „ „	21 „	„ schmerzlos exstirpiert
4	J.	$\overline{\lvert 6}$ „ „	24 „	„ bei Berührung schmerzhaft
			60 „	„ noch empfindlich
5	Z.	$\underline{\lvert 3}$ „ „	24 „	„ bei Berührung schmerzhaft
6	T.	$\underline{\lvert 4}$ „ „	24 „	„ bei Berührung schmerzhaft
			72 „	„ noch empfindlich
7	G.	$\overline{6\rvert}$ „ „	24 „	„ schmerzlos exstirpiert
8	L.	$\underline{\lvert 6}$ „ „	30 „	„ bei Berührung schmerzhaft
			46 „	„ noch empfindlich
9	S.	$\overline{\lvert 4}$ „ „	24 „	„ bei Berührung schmerzhaft
10	F.	$\underline{7\rvert}$ „ „	24 „	„ schmerzlos exstirpiert
11	R.	$\underline{\lvert 6}$ „ „	40 „	Kavum schmerzlos eröffnet
			3 Tage	Pulpa schmerzlos exstirpiert
12	H.	$\underline{\lvert 5}$ „ „	48 Std.	„ bei Berührung schmerzhaft
			72 „	„ noch empfindlich

Nr.	Patient	Art der Einlage	Dauer d. Einl.	Wirkung
13	L.	$\underline{\lvert 6}$ Selenige Säure	6 Std.	Pulpa schmerzlos exstirpiert
14	B.	$\overline{\lvert 5}$ „ „	4 „	„ bei Berührung empfindlich
			76 „	„ schmerzlos exstirpiert
15	B.	$\underline{3\rvert}$ „ „	60 „	„ schmerzlos exstirpiert

Tabelle II.

Nr.	Patient	Art der Einlage	Dauer d. Einl.	Wirkung
1	M.	$\underline{6\rvert}$ Selenige Säure + Hydrochinon	5 Std.	Pulpa bei Berührung schmerzhaft
			30 „	„ noch empfindlich
2	T.	$\overline{6\rvert}$ „	16 „	„ unter leichten Schmerz. exstirp.
3	K.	$\overline{5\rvert}$ „	18 „	„ unter leichten Schmerz. exstirp.
4	K.	$\overline{\lvert 6}$ „	6 „	„ schmerzlos exstirpiert
5	L.	$\underline{5\rvert}$ „	6 „	„ bei Berührung schmerzhaft
			24 „	„ noch empfindlich
6	T.	$\underline{\lvert 6}$ „	5 „	„ bei Berührung schmerzhaft
			29 „	„ noch empfindlich
7	B.	$\overline{6\rvert}$ „	6 „	„ bei Berührung schmerzhaft
			24 „	„ etwas empfindlich
			28 „	„ schmerzlos exstirpiert

Nr.	Patient	Art der Einlage	Dauer d. Einl.	Wirkung
8	Z.	$\underline{4}$| Selenige Säure + Hydrochinon	24 Std	Pulpa bei Berührung schmerzhaft
			42 „	„ unt. leicht. Schmerzen exstirpiert

Tabelle III.

Nr.	Patient	Art der Einlage	Dauer d. Einl.	Wirkung
1	V.	Selen. Säure | $\underline{5}$	4 Std.	Pulpa bei Berührung schmerzhaft
		Hydrochinon	16 „	„ nach 20 Std. schmerzlos exstirpiert
2	G.	Se_2O_3 $\overline{5}$|	4 „	„ bei Berührung schmerzhaft
		Hydrochinon	17 „	„ etwas empfindlich
		Se_2O_3 + Hydr.	24 „	„ nach 45 Std. schmerzlos exstirpiert
3	K.	Se_2O_3 $\overline{4}$|	7 „	„ schmerzlos exstirpiert
4	M.	Se_2O_3 $\overline{4}$|	6 „	„ bei Berührung schmerzhaft
		Hydroch.	16 „	„ noch empfindlich
		Se_2O_3 + Hydr.	48 „	„ nach 60 Std. empfindlich
5	G.	$\overline{6}$| Se_2O_3	6 „	„ bei Berührung schmerzhaft
		Hydroch.	18 „	„ nach 24 Std. schmerzlos exstirpiert

Nr.	Patient	Art der Einlage	Dauer d. Einl.	Wirkung
6	R.	$\overline{\|4}$ Se_2O_3	4 Std.	Pulpa bei Berührung schmerzhaft
		Hydroch.	20 „	„ nach 24 Std. unter leicht. Schmerzen
7	G.	$3\|$ Se_2O_3	6 „	exstirpiert
8	O.	$\underline{5\|}$ Se_2O_3	5 „	„ bei Berührung schmerzhaft
		Hydroch.	16 „	„ nach 21 Std. unter leicht. Schmerzen exstirpiert
9	K.	$\underline{4\|}$ Se_2O_3	5 „	„ bei Berührung schmerzhaft
		Hydroch.	17 „	„ nach 22 Std. unter gering. Schmerzen exstirpiert
10	K.	$\underline{\|4}$ Se_2O_3	5 „	„ bei Berührung schmerzhaft
		Hydroch.	17 „	„ n. 22 Std. schmerzlos exstirpiert
11	S.	$\underline{\|4}$ Se_2O_3	5 „	„ bei Berührung schmerzhaft
		Hydroch.	16 „	„ noch empfindlich
		Se_2O_3 + Hydr.	30 „	„ noch empfindlich nach 51 Std.
12	K.	$\overline{\|7}$ Se_2O_3	5 „	„ bei Berührung schmerzhaft
		Trekresolformalin	24 „	„ n. 29 Std. schmerzlos exstirpiert
13	B.	$\underline{8\|}$ Se_2O_3	5 „	„ n. 29 Std. schmerzlos exstirpiert
14	S.	$\overline{\|6}$ Se_2O_3	6 „	„ bei Berührung schmerzhaft
		Hydroch.	20 „	„ nach 26 Std. unter leicht. Schmerzen exstirpiert

Nr.	Patient	Art der Einlage	Dauer d. Einl.	Wirkung
15	G.	$\overline{\|7}$ Se_2O_3	7 Std.	Pulpa bei Berührung schmerzhaft
		Hydroch.	18 „	„ n. 25 Std. schmerzlos exstirpiert

Tabelle IV.

Nr.	Patient	Art der Einlage	Dauer d. Einl.	Wirkung
1	B.	Antimontrioxyd $\|\underline{6}$	48 Std.	Pulpa noch schmerzhaft
2	R.	$\underline{4\|}$ „	50 „	„ „ „
3	W.	$\underline{4\|}$ „	8 Tage	„ „ „
		Hydroch.	4 „	„ „ „
4	G.	$\underline{4\|}$ Sb_2O_3	3 „	„ „ „
5	G.	$\overline{5\|}$ „	2 „	„ schmerzlos exstirpiert. Da Restpulpitis am $\overline{5\|}$ war, wahrscheinl. von selbst nekrotisiert
6	S.	$\underline{6\|}$ „	$2^1/_2$ „	„ oberflächlich nekrotisiert
7	O.	$\underline{8\|}$ „	32 Std.	„ noch empfindlich
8	G.	$\|\underline{1}$ „	8 Tage	„ „ „
9	K.	$\underline{1\|}$ „	3 „	„ „ „
		Hydroch.	3 „	„ noch empfindlich, aber etwas nekrotisiert
10	M.	$\|\underline{7}$ Sb_2O_3	8 „	„ noch empfindlich
		Hydroch.	5 „	„ nach 13 Tagen unt. gering. Schmerzen exstirpiert
11	M.	$\|\underline{6}$ Sb_2O_3	2 „	„ schmerzhaft

Tabelle V.

Nr.	Patient	Art der Einlage	Dauer d. Einl.	Wirkung
1	D.	$\underline{4}\vert$ Wismut-hydroxyd + H_2O	30 Std.	Pulpa bei Berührung schmerzhaft
		Hydrochinon	$3^1/_2$ Tage	„ bei Berührung schmerzhaft nach 5 Tagen
2	W.	$\underline{4}\vert$ Wismuthydr. + H_2O	3 „	„ bei Berührung schmerzhaft
		Hydrochinon	$2^1/_2$ „	„ bei Berührung schmerzhaft nach $5^1/_2$ Tagen
3	M.	$\vert\overline{6}$ Wismut in Glyc.	26 Std.	„ bei Berührung schmerzhaft
4	M.	$\vert\overline{7}$ „ „ „	5 Tage	„ „
		Hydroch.	3 „	„ „
5	V.	$\underline{5}\vert$ Wismuthydr.	3 „	„ „
		Hydroch.	4 „	„ „
6	B.	$\vert\underline{3}$ Wismuthydr.	8 „	„ „
		$\underline{4}\vert$ „	3 „	„ „
7	B.	Hydroch.	4 „	„ „

Literaturverzeichnis.

Abegg-Auerbach: Handbuch der anorganischen Chemie.

Euler: Arsenik, Arsenikersatz und Arseniklösungen. Dtsch. Zahnheilk. 1921. H. 47.

Gmelin-Kraut-Friedheim: Handbuch der anorganischen Chemie.

Hagen: Sind die Antimon-, Vanadin- und Selenverbindungen zur Devitalisation der Pulpa geeignet? Inaug.-Diss. Rostock 1923.

Heffter: Handbuch der experimentellen Pharmakologie.

Hofmann: Lehrbuch der anorganischen Chemie.

Labes: Über den Wirkungsmechanismus des Arsens und verwandter Elemente. Arch. f. experimentelle Pathol. und Pharmak. 1927, Bd. 127—131.

Labes: Die Giftwirkung naszierenden elementaren Tellurs und Selens auf Fermente. Ebenda Bd. 133.

Labes: Der Einfluß von Kaliumtellurit auf die Teilvorgänge der Gewebsarten. Ebenda Bd. 133.

Lehmann: Versuche mit Arsen. Inaug.-Diss. Rostock 1930.

Lewin: Gifte und Vergiftungen.

Lipschitz: Die Bedeutung der arsenigen Säure zur Devitalisation der Pulpa, im Vergleich zu anderen bisher angewendeten Mitteln. Dtsch. Mon. f. Zahnh. 1930, H. 12.

Marfari: Klinische Pharmakologie.

Meyer-Gottlieb: Experimentelle Pharmakologie.

Moschner: Läßt sich das Arsen zur Abtötung der Pulpa durch andere Körper ersetzen? Zahnärztl. Rdsch. 1924.

Scheer: Ein Beitrag zur Arsenfrage in der Zahnheilkunde, Zahnärztl. Rdsch. 1931.

Schröder: Beitrag zur Wirkung der arsenigen Säure auf Pulpa und Wurzelhaut. Koss. Bl. f. Zahnärzte 1912.

Starkenstein-Rost-Pohl: Toxikologie.

Sudhoff: Geschichte der Zahnheilkunde.

Wehmann: Versuche mit Causticin Woelm, Magnesiumammoniumarsenat sowie einigen Quecksilber und Wismutverbindungen zur Devitalisation der Pulpa. Inaug.-Diss. Rostock 1923.

Lebenslauf.

Ich, Joachim Puls, wurde am 11. Juli 1907 als Sohn des Dentisten Johannes Puls in Wismar geboren. Ich besuchte von Ostern 1914 bis 1917 die Bürgerschule in Wismar und von Ostern 1917 bis 1926 die Oberrealschule daselbst, wo ich im März 1926 die Reifeprüfung bestand. Im Sommersemester 1926 ging ich nach Marburg, wo ich mich dem Studium der Zahnheilkunde widmete. Ich bestand dort im Mai 1928 das zahnärztliche Physikum, worauf ich zwei Semester in München studierte. Im Sommer 1929 ging ich nach Rostock, wo ich nach bestandenem Staatsexamen im Januar 1931 die Approbation als Zahnarzt erhielt.